

BANCO DE IMAGENS GEORREFERENCIADAS NO MAPEAMENTO TERRESTRE MÓVEL

Georeferenced image database in a mobile terrestrial tracking

Ronaldo Aparecido de Oliveira¹
João Fernando Custódio da Silva²

¹Programa de Pós Graduação em Ciências Cartográficas
ronaldo@prudente.unesp.br

²Departamento de Cartografia
jfcsilva@prudente.unesp.br
FCT – Faculdade de Ciências e Tecnologia
UNESP – Universidade Estadual Paulista
19060-900 Presidente Prudente SP – Brasil
<http://www.prudente.unesp.br/dcartog/dcartog.htm>

RESUMO

Apresentam-se as bases de um sistema móvel de mapeamento digital, cuja característica principal é a de integrar diferentes sensores e obter dados e imagens de rodovias e arruamentos urbanos. A constituição básica de um sistema móvel de mapeamento é dada por um segmento móvel e um fixo. O segmento móvel é caracterizado por um veículo, no teto do qual são colocados um par de câmaras digitais de vídeo e uma antena de receptor GPS; no interior do veículo são embarcados um microcomputador portátil e diversos equipamentos e dispositivos de apoio e controle. O segmento fixo é caracterizado por um laboratório, particularmente, o Laboratório de Mapeamento Móvel, equipado com capacidade de armazenamento, processamento e análise de imagens e dados espaciais. Em operação, estes sistemas produzem rapidamente uma grande quantidade de dados e informações, que precisam ser armazenadas e acessadas quando necessário. Concebe-se então um banco de imagens georreferenciadas, como um ambiente de armazenamento, controle de acesso e gerenciamento da informação. O artigo apresenta o conceito, a justificativa, o objetivo, a metodologia e o desenvolvimento do Banco de Imagens Georreferenciadas.

ABSTRACT

The foundations of a mobile mapping system are introduced. This system's main features are the integration of different sensors and fast and reliable data and image acquisition of streets and roads. There are two basic units: the mobile and the fixed segments. The mobile segment is characterized by a vehicle on whose roof is mounted a pair of digital video cameras and the GPS antenna; in its interior a notebook and a sort of control devices and support equipment are on board. The fixed segment is characterized by a laboratory, namely "Laboratório de Mapeamento Móvel", equipped with storage, processing and analysis capabilities of spatial data and image. When operating, these systems deliver a large amount of data and information that need to be stored and accessed when necessary. Therefore it is conceived a georeferenced image database as an environment of information storage, access and management. The article introduces the concept, the reasons, the objective, the methodology and the development of the "Banco de Imagens Georreferenciadas".

1 – INTRODUÇÃO

A integração da Cartografia com sistemas de banco de dados e análise topológica deu origem aos Sistemas de Informações Geográficas (SIG). Tais sistemas necessitam de atualização contínua e por isso mesmo deve haver um grande dinamismo na atualização destes dados; deste modo também há a necessidade de técnicas confiáveis para realizar a coleta das informações. Dentre as novas técnicas de coleta de dados, destaca-se o chamado Sistema Móvel de Mapeamento Digital (SMMD), que tem como principais virtudes a rapidez, eficiência e economia de recursos. Existem várias empresas usando esta técnica e diversos pesquisadores estão se empenhando no estudo desta nova metodologia (El-Sheimy, 1996; Ellum & El-Sheimy, 2000; Habib, 1994; He, 1996; He & Orvets, 2000; Li *et al.*, 1994, 1996, 1998; Maresch & Duracher, 1996; Novak & Bossler, 1995; Toth, 1995; Zhao & Shibaski, 1998, Wang *et al.*, 2000).

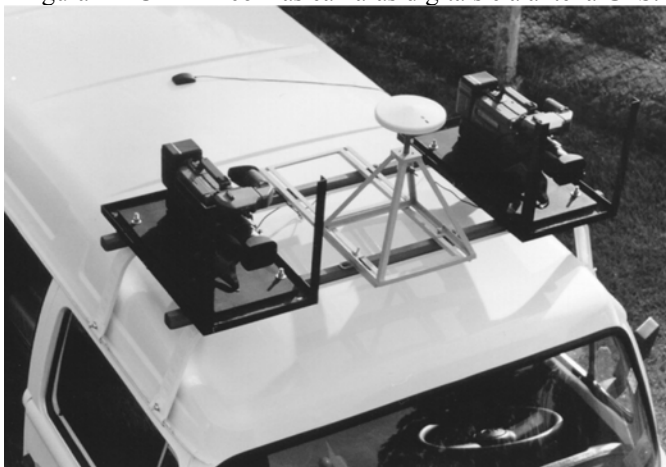
De um modo geral, um SMMD é composto por um segmento móvel e um segmento fixo. Um sistema similar está sendo desenvolvido na FCT/Unesp. A Unidade Móvel de Mapeamento Digital (UMMD, fig. 1 e 2) e o Laboratório de Mapeamento Móvel (LaMMov, fig. 3) representam os segmentos móvel e fixo respectivamente (Oliveira & Silva, 1998a, 1998b, 1999; Oliveira *et al.*, 2000; Silva *et al.*, 1999, 2000, 2001; Silva & Oliveira, 1998). Tal protótipo consiste na integração de sistemas de aquisição de dados e de sensores, composto pelos sistemas de imageamento digital e de posicionamento global.

Figura 1 – Unidade Móvel de Mapeamento Digital.



A UMMD é formada por três módulos: o de posicionamento GPS e sincronismo dos quadros, o de aquisição de imagens digitais e o de alimentação de energia. Os principais equipamentos que a compõem são: o automóvel Kombi, um par de vídeo câmaras digitais (Sony DSR 200A), um par de receptores GPS, um microcomputador *notebook* e o dispositivo de sincronismo dos quadros. A fig. 2 mostra o par de câmaras e uma antena GPS sobre o teto do veículo.

Figura 2 – UMMD com as câmaras digitais e a antena GPS.



O LaMMov é o local onde se realiza todo o processamento das imagens e dados GPS obtidos em campo visando a confecção de um produto final, como por

exemplo um mapa. As câmaras de vídeo coletam uma grande quantidade de imagens (30 quadros por segundo) e mesmo depois da seleção e separação das imagens necessárias para o projeto, o volume ainda é muito grande. Por exemplo, um arquivo com 1 minuto de filmagem, sem corte, ocupa cerca de 230 Mb. Cortando este arquivo de modo a utilizar uma imagem a cada segundo, o espaço necessário se reduz a 15 Mb (no formato AVI). Deste modo, ao final da edição e transformação de cada quadro editado em imagem bitmap, tem-se um total de 60 imagens. Como cada imagem ocupa cerca de 1 Mb, necessitar-se-á de um total de no mínimo de 60 Mb (formato BMP) para armazenar as imagens resultantes de um levantamento de um minuto. A uma velocidade de 60 Km/h, a extensão coberta seria de aproximadamente 1 Km (uma imagem a cada 17 metros). Considerando-se o par de câmaras, estes números devem ser dobrados para calcular o espaço em disco necessário para armazenar as imagens de um levantamento.

Figura 3 – Laboratório de Mapeamento Móvel.



A utilização de banco de dados na Cartografia vem sendo pesquisada, principalmente com o surgimento dos Sistemas de Informações Geográficas. Até 1994 a utilização de banco de dados ocorria em trabalhos pequenos, locais ou regionais; hoje, a grande fatia das aplicações está direcionada para a Internet, como por exemplo, sistemas para visualização de imagens de satélite (Osaki, 1996), interação visual (catálogo) com dados espaciais de grandes áreas (Walcher, 1996) e sistema de informação ambiental através da visualização de mapas e imagens (Wiesel *et al.*, 1996).

Com a evolução que ocorreu e que continuamente vem acontecendo, novos tipos de SIGs estão sendo implementados, onde se destacam os SIGs 3D (Kofler *et al.*, 1996), orientados a objetos (Govorov & Khorev, 1996; Gong & Li, 1996) e os SIGs universais (Derényi & Fraser, 1996). Neste último, os dados cartográficos vetoriais e matriciais (*raster*) podem ser processados e gerenciados, abrindo novas

possibilidades para a análise espacial. Outra aplicação do banco de dados está no auxílio ou contribuição de dados externos para outras aplicações, dentre elas, a análise de imagens aéreas (Bordes *et al.*, 1996), na automação da orientação exterior através de modelos de arame (*3D-Wireframe*) para a determinação de pontos de controle no terreno (Läbe & Ellenbeck, 1996) e arquivos de grandes imagens de diferentes escalas para uma representação detalhada da superfície do planeta e suporte para a busca de dados (com alta resolução) em áreas de interesse (Rehatschek, 1996).

Diante deste quadro pode-se concluir que a importância de um meio que gerencie todas essas informações será cada vez mais solicitado. Visando a melhor utilização das imagens obtidas pela UMMD, bem como um modo mais rápido e eficaz de acessá-las, foi proposta a elaboração de um banco de imagens para armazená-las com todas as informações referentes a cada imagem e, principalmente, permitir o acesso a estas informações de modo prático. Partindo desta proposta foi desenvolvido um banco de imagens denominado de Banco de Imagens Georreferenciadas (BIG).

Apesar de estar em fase inicial, este aplicativo já demonstra um grande potencial de aplicações. Dentre elas citam-se a utilização em administrações municipais para a localização, visualização e gerenciamento das informações referentes a um arruamento, a um lote ou a uma construção; interesse de empresas e órgãos públicos relacionados ao planejamento, construção, conservação e utilização de rodovias e ferrovias; organizações responsáveis pelos serviços de utilidade pública, tais como: água e esgoto, energia elétrica, telecomunicações, coleta de lixo, engenharia de transporte, tráfego e trânsito, segurança e saúde pública, entre outras, e o mapeamento topográfico de detalhes urbanos por meio do caminhamento fotogramétrico (como exemplo, cita-se a localização de postes da rede de distribuição elétrica e telecomunicações, de boca de lobos etc.).

O presente trabalho tem por objetivo apresentar a modelagem, estruturação e implementação do BIG, além de analisar as perspectivas.

2 – MODELAGEM E ESTRUTURA DO BANCO DE IMAGENS GEORREFERENCIADAS

A estruturação ou modelagem de um banco de dados depende de vários fatores e de várias etapas. Dentre estes fatores destacam-se a necessidade e o fim a que se destina. Estas etapas compreendem desde a definição do problema até a fase de implementação. Da primeira parte, ou seja, a necessidade do usuário e sua realidade, é construído o modelo lógico ou conceitual do projeto. As fases seguintes, dependem do analista ou do programador, pois são as fases de definição da estrutura física dos dados (montagem de tabelas, códigos, relacionamentos, etc) e da criação do programa propriamente dito (implementação do modelo). Antes da criação da estrutura física dos dados e depois do modelo lógico, há uma fase intermediária na qual define-se como os dados deverão estar após sua criação física,

ou seja, como deverá ser seu modelo de representação lógico. Para tal representação, pode-se usar diferentes formas, mas a mais utilizada é o modelo ou diagrama Entidade-Relacionamento (E-R). Todo o projeto foi desenvolvido utilizando as bases do modelamento E-R.

A última fase do processo de criação de um banco de dados é a implementação em computador do modelo de representação. Esta etapa é feita exclusivamente pelo programador.

A ausência de um cliente específico fez com que os pesquisadores considerassem o cliente como o próprio LaMMov. Isto foi motivado pela necessidade de organizar a quantidade crescente de imagens georreferenciadas. O BIG foi desenvolvido para permitir uma visão de como se comportam os dados e quais os rumos que as pesquisas seguintes deveriam tomar a fim de permitir uma maior integração com possíveis clientes reais.

2.1 – Modelo Conceitual ou Lógico

A base do modelo E-R consiste de três classes de objetos: entidade, relacionamento e atributos. As entidades são os objetos de dados nos quais a informação está sendo coletada. O relacionamento representa uma associação do mundo real entre uma ou mais entidades. Os atributos são características das entidades que a descrevem em detalhes.

Com o diagrama E-R, a representação do modelo conceitual do BIG (fig. 4) tem a entidade IMAGEM como uma entidade forte, enquanto as outras entidades são ditas normais. As letras e números próximos às entidades dizem respeito ao tipo de relacionamento. Por exemplo, no caso da entidade câmara com a entidade imagem, temos um relacionamento um (1) para muitos (N) porque uma única câmara pode capturar muitas imagens.

Após a finalização do modelo conceitual, deve-se realizar a passagem do modelo acima para a enumeração das possíveis tabelas que irão compor o banco de dados. Este processo é chamado de criação do modelo de representação.

2.2 – Modelo de Representação

Com base no modelo conceitual são definidos os níveis de informações a serem criados, bem como suas características. Nesta fase são definidas as tabelas, os campos que comporão as tabelas, seus relacionamentos para tornar compatível o modelo conceitual e também como estes dados deverão ser armazenados.

Cada entidade da fig. 4, deu origem a uma tabela de dados. Como o relacionamento entre projeto e imagem é de muitos para muitos, foi criada uma outra tabela para armazenar este relacionamento. Nos outros relacionamentos, foram criados campos nas tabelas para receberem o relacionamento.

Escolhendo-se as tabelas que comporão o banco de dados, deve-se definir os campos que deverão estar nas tabelas. Isto implica em definir os nomes dos campos, o tipo de dados e alguma característica específica do campo (chave ou não, pode ser

nulo ou não, etc). Os nomes das tabelas ficaram: Câmara, Imagem (a principal do BIG), Endereço, Cidade, Imagem_projeto, Projeto e Cliente.

Com a definição de todos os campos que formam as sete tabelas, deve-se definir os relacionamentos entre elas de modo que o modelo conceitual seja praticado. A tabela 1 mostra todos os relacionamentos entre as tabelas pai e filha.

Figura 4 – Modelo Entidade-Relacionamento do Banco de Imagens Georreferenciadas.

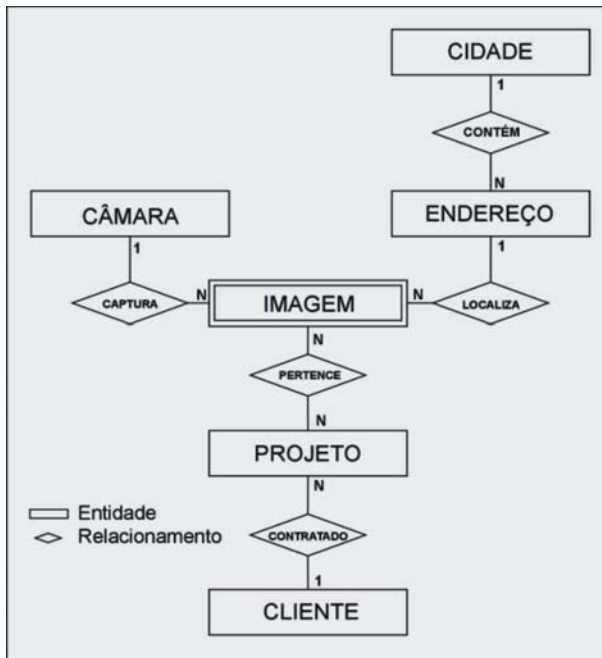


TABELA 1 – Relacionamentos na base de dados do BIG.

Tabela Filha	Campo da Integridade Relacional	Tabela Pai
IMAGEM	Codigo_camara	CÂMARA
IMAGEM	Codigo_endereco	ENDEREÇO
ENDEREÇO	Codigo_cidade	CIDADE
PROJETO	Codigo_cliente	CLIENTE
IMAGEM_PROJETO	Codigo_projeto	PROJETO
IMAGEM_PROJETO	Codigo_imagem	IMAGEM

Com todas estas informações definidas, conferidas e aprovadas, deve-se converter o modelo de representação para o modelo de implementação. Utilizando as tabelas acima citadas, juntamente com os relacionamentos, pode-se montar o modelo de representação final para o projeto. Todas as tabelas foram criadas no banco de dados Paradox. A escolha deve-se ao fato que a versão em que o BIG foi implementado (C++ Builder 3.0 Standard) não possui ferramentas para trabalhar com um banco de dados de grande porte, como por exemplo o Oracle. O arranjo das tabelas foi construído no Microsoft Access porque o Paradox não permite tal visualização.

3 – IMPLEMENTAÇÃO DO BANCO DE IMAGENS GEORREFERENCIADAS

A linguagem de programação C++ Builder é uma linguagem de programação orientada a objetos. Por este motivo, todos os conceitos existentes na estrutura orientada a objetos são válidos para a linguagem, tais como os conceitos de classe, objeto, componente, propriedade, evento, etc. Este fato não interfere na programação do banco mesmo que este tenha sido modelado como E-R.

3.1 – Definição dos Módulos e Implementação

Para melhorar a estruturação e implementação do BIG, fez-se necessário criar grandes grupos ou módulos para agrupar rotinas de programação que fossem similares. Deste modo criaram-se quatro módulos: cadastramento, gerenciamento, consultas e relatórios, cada módulo, portanto, é designado por sua finalidade.

3.1.1 – Módulo de Cadastramento

Este é responsável pela inserção das informações referentes ao projeto, ao cliente, à câmara e à localização. Foram desenvolvidos cinco formulários: Cadastrar Projeto, Cadastrar Cliente, Cadastrar Cidade, Cadastrar Endereço e Cadastrar Câmara. Todos os formulários possuem rotinas de verificação de valores, testes de validação, controles de valores nulos e gerenciamento de modo a permitir um perfeito controle dos dados quando armazenados nas tabelas.

3.1.2 – Módulo de Gerenciamento

Este é o módulo mais complexo em termos de programação para banco de dados, pois o mesmo é responsável pela inserção, alteração ou exclusão de dados relacionados à imagem. Preferiu-se fazer esta distinção entre cadastramento de informações gerais e inserção de dados referentes à imagem, pois como este é um banco de imagens, parte-se do princípio que não se pode inserir uma informação completa sem a imagem. Pode-se cadastrar um projeto ou um cliente, mas não se pode dizer que num lugar qualquer foi tomada uma imagem com os parâmetros de orientação conhecidos, sem possuir a imagem. Desse modo, quando se falar de inserção de dados, está-se referindo ao cadastramento de um conjunto de

informações que dizem respeito ao local onde a imagem foi tomada, suas características, o projeto, o cliente e o tipo de câmara. As alterações e exclusões são feitas por meio dos formulários próprios. Para a exclusão, basta localizar o item que se queira apagar do banco de dados, selecioná-lo e excluí-lo. Uma vez excluído o registro, não há possibilidade de recuperá-lo, nem mesmo a imagem.

3.1.3 – Módulo de Consulta

Este módulo é para fins de procura, consulta ou pesquisa sobre um determinado item já cadastrado. Foram desenvolvidos cinco formulários: Consulta por Projeto, Consulta por Cliente, Consulta por Imagem, Consulta por Rua e Consulta por Data do Levantamento.

Em todos os formulários devem ser inseridos um valor de entrada e depois deve ser pedida a pesquisa (área superior do formulário). Se houver registros com o valor desejado, a seção “Resultado da Consulta” apresenta todos os registros (área central do formulário). A Consulta por Rua tem caráter de localização enquanto que a por Data do Levantamento tem caráter temporal. A fig. 5 mostra um exemplo de consulta por imagem.

Figura 5 – Formulário para consultar por imagem.

Consultar por Imagem

IMAGEM 1001 .bmp Pesquisar

Código	Nome da imagem
1	1001.bmp
10	1001.bmp

Resultado da Consulta

Código da Imagem: 10
 Projeto: ESTRADA DA AMIZADE
 Data do Levantamento: 05/04/2000
 Fuso UTM: 22 S

E (m)	N (m)	h (m)
453442,31	7557812,511	450,649

Rua: ESTRADA DA AMIZADE
 Bairro: RURAL
 Cidade: PRESIDENTE PRUDENTE - SP

Câmara: SONY DSR 200A Tipo da Câmara: Vídeo Digital
 Distância Focal: 6 mm Tamanho do Pixel: 10 µm
 Tamanho da Imagem: 0720x0480 pixels

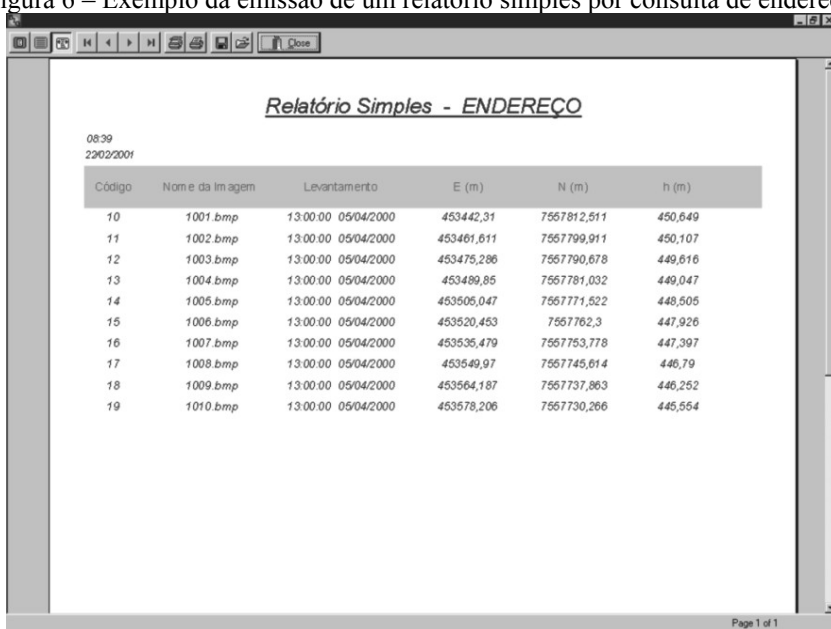
Fechar

3.1.4 – Módulo de Emissão de Relatórios

A última parte do programa implementado foi a geração de relatórios. Como os demais itens, foi desenvolvido um módulo único para esta finalidade. Neste módulo, uma consulta é realizada e mostrada em forma de relatório (*report*), pois a visualização em tela é feita pelo módulo de consulta propriamente dito.

Este módulo tem apenas um formulário e nele pode-se optar pela emissão do relatório por imagem, por projeto ou por rua. Para cada opção de tema de relatório, há ainda a opção de um relatório simples (fig. 6), com informações básicas a respeito do registro, ou um relatório completo, com todas as informações relacionadas ao registro (fig. 7). Com a finalização deste módulo, deu-se por completada a primeira versão do banco de imagens georreferenciadas para um sistema de mapeamento móvel.

Figura 6 – Exemplo da emissão de um relatório simples por consulta de endereço.



Relatório Simples - ENDEREÇO

08:39
22/02/2001

Código	Nome da Imagem	Levantamento	E (m)	N (m)	h (m)
10	1001.bmp	13:00:00 05/04/2000	453442,31	7557812,511	450,649
11	1002.bmp	13:00:00 05/04/2000	453461,611	7557799,911	450,107
12	1003.bmp	13:00:00 05/04/2000	453475,286	7557790,678	449,616
13	1004.bmp	13:00:00 05/04/2000	453489,85	7557781,032	449,047
14	1005.bmp	13:00:00 05/04/2000	453505,047	7557771,522	448,505
15	1006.bmp	13:00:00 05/04/2000	453520,453	7557762,3	447,926
16	1007.bmp	13:00:00 05/04/2000	453535,479	7557753,778	447,397
17	1008.bmp	13:00:00 05/04/2000	453549,97	7557745,614	446,79
18	1009.bmp	13:00:00 05/04/2000	453564,187	7557737,863	446,252
19	1010.bmp	13:00:00 05/04/2000	453578,206	7557730,266	445,554

Page 1 of 1

Figura 7 – Exemplo da emissão de um relatório completo.

Relatório Completo - ENDEREÇO

08:40
22/09/2001

Código da Imagem: 19	Nome da Imagem: 1010.bmp	Levantamento: 13:00:00 05/04/2000
Rua: ESTRADA DA AMIZADE		
Bairro: RURAL	Cidade: PRESIDENTE PRUDENTE	Estado: SP
Fuso UTM: 22 S	E (m): 453578,206	N (m): 7557730,266
	ômega: -1,5677	h (m): 445,554
		fi: 2,25399
		kapa: 3,10407
Condição de Iluminação: ENSOLARADO	Condição do Pavimento: EM DETERIORAÇÃO	Natureza da Pista: RODOVIA
Posição do Sensor: TERRESTRE	Posição do Sol: A PINO	Posição da Imagem: ESQUERDA
Nome da Câmera: SONY DSR 200A	Tamanho da Imagem: 0720x0480 pixels	Distância Focal: 6mm
Tipo da Câmera: Video Digital	Tamanho do Pixel: 10 µm	

Código da Imagem: 19	Nome da Imagem: 1010.bmp	Levantamento: 13:00:00 05/04/2000
Rua: ESTRADA DA AMIZADE		
Bairro: RURAL	Cidade: PRESIDENTE PRUDENTE	Estado: SP
Fuso UTM: 22 S	E (m): 453578,206	N (m): 7557730,266
	ômega: -1,5677	h (m): 445,554
		fi: 2,25399
		kapa: 3,10407
Condição de Iluminação: ENSOLARADO	Condição do Pavimento: EM DETERIORAÇÃO	Natureza da Pista: RODOVIA
Posição do Sensor: TERRESTRE	Posição do Sol: A PINO	Posição da Imagem: ESQUERDA
Nome da Câmera: SONY DSR 200A	Tamanho da Imagem: 0720x0480 pixels	Distância Focal: 6mm
Tipo da Câmera: Video Digital	Tamanho do Pixel: 10 µm	

Page 1 of 3

4 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção pretende-se discutir o BIG como o resultado do projeto de desenvolvimento e implementação. Os critérios escolhidos para esta análise não estão relacionados com números ou estatísticas e sim a observações acerca de seu funcionamento.

O primeiro ponto a ser tratado está no gerenciamento das imagens dentro do banco. Como o Paradox não suportaria a grande quantidade de imagens que seria inserida, desenvolveu um gerenciador de modo que no banco de dados fosse salvo apenas o caminho das imagens. Ou seja, quando uma consulta é realizada, o programa busca o caminho da imagem no registro e a partir deste caminho, vai no disco rígido e abre a imagem. Quando se deseja apagar ou alterar um registro, o gerenciador se encarrega de apagar a imagem no disco ou alterar o nome da imagem, caso seja necessário.

O local onde a imagem é salva depende do projeto a que ela pertence. Quando se instala o programa, são criadas duas pastas na pasta Arquivos de Programas do Windows. Uma pasta armazena as tabelas e a outra armazena as imagens. Nesta última, cada projeto criado no BIG, gera uma pasta, na qual as imagens são salvas.

Mesmo com as imagens armazenadas fora do BIG, o acesso às imagens e informações é rápido. Foram realizados diversos testes no módulo de gerenciamento (inserção, alteração e exclusão), consulta e relatório e não foi constatado nenhum erro de acesso ou violação do sistema. O sistema está muito estável, independente da quantidade de imagens armazenadas.

Um outro ponto que deve ser analisado é com relação à segurança dos dados. Por não ser um banco de dados de grande porte, as ferramentas de proteção são muito frágeis. Além do mais, as imagens sendo salvas numa pasta externa, permite ao usuário acesso direto a elas sem a necessidade do banco. Com isso tudo, caso alguém apague ou renomeie alguma imagem, a integridade dos dados é rompida. Desde modo há a necessidade de melhorar esta proteção.

Como todo software, o C++ Builder também apresentou alguns problemas. Um dos mais persistentes ocorreu com o componente *DataSet*. Um dos diversos *DataSet* que foram utilizados apresentou erro cíclico nos dados, mesmo com a tabela desativada. Devido a esses problemas pontuais, houve a necessidade de desenvolver ou utilizar outras ferramentas para que se pudesse alcançar o objetivo. Deste modo, sacrificou-se, algumas vezes, a melhor solução por causa do problema ocorrido.

Mesmo sendo a primeira versão do programa, o BIG está muito amigável, com vários ícones para aumentar a produtividade do trabalho e as próprias mensagens de erro do sistema, diz onde e qual o problema que ocorre (algumas vezes ele sugere uma solução). As figuras 6 e 7 exemplificam um tipo de resultado na forma de relatórios.

5 – CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Pelo presente trabalho, procurou-se mostrar a configuração final do desenvolvimento da primeira versão de um Banco de Imagens Georreferenciadas para um Sistema Móvel de Mapeamento. Diversos problemas foram enfrentados no desenvolvimento do programa. O grande problema do projeto foi o de desenvolver um programa que cumprisse integralmente o seu objetivo, ou seja, servisse como um protótipo para analisar o comportamento do BIG e que permitisse correções e alterações de modo a aperfeiçoá-lo. Isto foi alcançado e hoje pode-se definir várias alterações de modo a se adaptar a um cliente real, visto que toda a modelagem e definição das informações foram escolhidas pelos pesquisadores, imaginando uma possível aplicação fotogramétrica na confecção de um mapa de ruas e rodovias.

Outros problemas que merecem ser citados são a falta de bibliografia específica a respeito do assunto e a falta de parâmetros externos para direcionar o desenvolvimento do programa. Este último item, deve-se ao fato que o LaMMov (neste caso, o cliente do projeto) está em fase de desenvolvimento e muitas de suas tarefas e necessidades ainda estão em processo de consolidação.

As principais recomendações que podem ser citadas para um começo do aperfeiçoamento do software são: integrá-lo a mapas digitais; possibilitar a montagem do par estereoscópico e proporcionar medidas precisas nas imagens de modo a poder realizar um interseção direta, determinando as coordenadas de ponto no terreno; melhorar as ferramentas de consulta e de emissão de relatório, ampliando os itens de busca; trocar o software de banco de dados para um de

grande porte, como por exemplo, o Oracle (deste modo as imagens poderiam ser salvas dentro do BIG evitando a necessidade de desenvolvimento de um gerenciador e protegeria a integridade dos dados); implementar módulos de extração de feições, de modo a auxiliar na orientação das imagens e também na determinação das coordenadas no terreno destas feições.

Analisando este panorama geral, conclui-se que as perspectivas para o desenvolvimento são as melhores. Automatizando as etapas de coleta de pontos, construindo um banco de imagens com funcionamento amplo, pode-se criar um sistema que disponibilize todas estas informações para consulta e coleta de dados via Internet.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FAPESP – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, pelo auxílio financeiro ao projeto (97/11049-6) e concessão da bolsa de mestrado (99/00807-2) e também à Unesp pela construção do LaMMov.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BORDES, G., GUÉRIN, P., GIRAUDON, G. & MAÎTRE, H., 1996. *Contribution of external data to aerial image analysis*. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF ISPRS, 18., Viena. *International Archives...* ISPRS, 1996, v. 31, t. B4, p. 134-8.
- DERÉNYI, E. & FRASER, D., 1996. *Using images within a GIS for spatial analysis*. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF ISPRS, 18., Viena. *International Archives...* ISPRS, 1996, v. 31, t. B4, p. 216-18.
- ELLUM, C. & EL-SHEIMY, N., 2000. *The development of a backpack mobile mapping system*. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF ISPRS, 19., Amsterdam. *International Archives...*, ISPRS, CD-ROM. 8p.
- EL-SHEIMY, N., 1996. *A mobile multi-sensor system for GIS applications in urban centers*. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF ISPRS, 18., Viena. *International Archives...*, ISPRS, v. 31, t. B2, p. 95-100.
- GONG, J. & LI, D., 1996. *Design and implementation of an object-oriented GIS Software*. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF ISPRS, 18. Viena. *International Archives...* ISPRS, 1996, v. 31, t. B4, p. 299-304.
- GOVOROV, M.O. & KHOREV, A.G., 1996. *Object-oriented GIS and representation of multi-detailed data*. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF ISPRS, 18., Viena. *International Archives...* ISPRS, 1996, v. 31, t. B4, p. 445-50.
- HABIB, A. F., 1994. *Estimation of motion parameters for stereo-image sequences using data association of linear features*. Columbus-OH. 129p. Dissertation, Ph. D. Department of Geodetic Science and Surveying, The Ohio State University.
- HE, G., 1996. *Design of a mobile mapping system for GIS data collection*. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF ISPRS, 18., Viena. *International Archives...* ISPRS, v. 31, t. B2, p. 154-9.

- HE, G. & ORVETS, G., 2000. *Capturing road network data using mobile mapping technology*. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF ISPRS, 19., Amsterdam. *International Archives...*, ISPRS, CD-ROM. 6p.
- KOFLER, M., REHATSCHEK, H. & GRUBER, M., 1996. *A database for a 3D GIS for urban environments supporting Photo-Realistic Visualization*. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF ISPRS, 18., Viena. *International Archives...* ISPRS, 1996, v. 31, t. B2, p. 198-202.
- LÄBE, T. & ELLENBECK, K.H., 1996. *3D-wireframe models as ground control points for the automatic exterior orientation*. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF ISPRS, 18., Viena. *International Archives...* ISPRS, 1996, v. 31, t. B2, p. 218-23.
- LI, R., CHAPMAN, A., QIAN, L., XIN, Y. & TAO, C., 1994. *VISAT: a real time system for highway spatial information acquisition*. In: ASPRS-ACSM ANNUAL CONVENTION AND EXPOSITION, Reno. *Proceedings...* Bethesda: ASPRS & ACSM, v.1, p.344-9.
- _____, 1996. *Mobile mapping for 3D GIS data acquisition*. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF ISPRS, 18., Viena. *International Archives...* ISPRS, v. 31, t. B2, p. 232-7.
- _____, 1998. *Object recognition and measurement from mobile mapping image sequences using Hopfield neural networks: part II*. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM OF ISPRS, Cambridge. *International Archives...* ISPRS, v. 32, t. B2, p. 192-7.
- MARESCH, M. & DURACHER, P., 1996. *The geometric design of a vehicle based 3 line CCD camera system for data acquisition of 3D city models*. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF ISPRS, 18., Viena. *International Archives...*, ISPRS, v. 31, t. B1, p. 121-7.
- NOVAK, K. & BOSSLER, J. D., 1995. *Development and application of the highway mapping system of Ohio State University*. *Photogrammetric Record*, 15(85):123-34.
- OLIVEIRA, R.A. & SILVA, J.F.C., 1998a. *Caminhamento Fotogramétrico Aplicados aos Sistemas Móveis de Mapeamento Digital Terrestre*. X Congresso de Iniciação Científica, Livro de Resumos, Rio Claro. p83.
- _____, 1998b. *Triangulação de uma sequência de imagens digitais terrestres*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CADASTRO TÉCNICO MULTIFINALITÁRIO, 3., Florianópolis. *Anais...*, CD-ROM. 8p.
- _____, 1999. *Calibração de um par de vídeo câmaras digitais*. XIX Congresso Brasileiro de Cartografia, CD-ROM, Recife, 1999. 4p.
- OLIVEIRA, R.A., SILVA, J.F.C. & GALLIS, R.B., 2000. *Banco de imagens georreferenciadas obtidas por um sistema móvel de mapeamento digital*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CADASTRO TÉCNICO MULTIFINALITÁRIO, 4., Florianópolis. *Anais...*, CD-ROM. 10p.

- OSAKI, K., 1996. *Preliminary new satellite data retrieval system on world wide web*. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF ISPRS, 18., Viena. *International Archives...* ISPRS, 1996, v. 31, t. B1, p. 150-3.
- REHATSCHEK, H., 1996. *A Concept for a network-based distributed image data archive*. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF ISPRS, 18., Viena. *International Archives...* ISPRS, 1996, v. 31, t. B2, p. 327-32.
- SILVA, A.R., BATISTA, J.C., OLIVEIRA, R.A., CAMARGO, P.O., SILVA, J.F.C., 1999. *Surveying and mapping of urban streets by photogrammetric traverse*. Mobile Mapping Technology Workshop, Anais, Bangkok. 4p.
- SILVA, J.F.C., CAMARGO, P.O., OLIVEIRA, R.A., GALLIS, R.B.A., GUARDIA, M.C., REISS, M.L.L., SILVA, R.A.C., 2000. *A street map built by a mobile mapping system*. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF ISPRS, 19., Amsterdam. *International Archives...* ISPRS, 2000, v. 32, t. B2, p. 510-7.
- SILVA, J.F.C. & OLIVEIRA, R.A., 1998. *Triangulation of a sequence of terrestrial digital images*. In: ISPRS Commission II International Symposium on Data Integration – Systems and Techniques, Anais, Cambridge. 5p.
- SILVA, J.F.C., OLIVEIRA, R.A. & GALLIS, R.B., 2001. *Georeferenced road image database*. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON MOBILE MAPPING TECHNOLOGY, 3., Cairo. *International Archives...*, ISPRS, CD-ROM. 8p.
- TOTH, C, 1995. *Mapping with a mobile image acquisition system*. GeoInfo System, p. 35-37.
- WALCHER, W., 1996. *Visual Interaction with Very Large Spatial Data Sets*. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF ISPRS, 18., Viena. *International Archives...* ISPRS, 1996, v. 31, t. B1, p. 197-202.
- WANG, M., GUO, B. LI, D. & GONG, J., 2000. *Research on match of GPS sinal and road information for mobile navigation system*. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF ISPRS, 19., Amsterdam. *International Archives...*, ISPRS, CD-ROM. 5p.
- WIESEL, J., HAGG, W., KOSCHEL, A., KRAMER, R. & NICOLAI, R., 1996. *A client/server map visualization component for an environmental information system based on www*. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF ISPRS, 18., Viena. *International Archives...* ISPRS, 1996, v. 31, t. B2, p. 402-7.
- ZHAO, H & SHIBASKI, R, 1998. *Reconstructing textured urban 3D model by fusing ground-based laser range image and video image*. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM OF ISPRS, Cambridge. *International Archives...* ISPRS, v. 32, t. B2, p. 357-62.

(Recebido em 28/11/01. Aceito para publicação em 23/02/02.)